

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-171633

(43)Date of publication of application : 02.07.1996

(51)Int.Cl. G06T 3/40

(21)Application number : 06-315307

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 19.12.1994

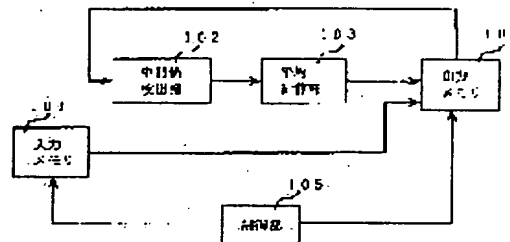
(72)Inventor : ISHIDA SHOHEI  
TATSUMI TOSHIICHI

## (54) IMAGE ENLARGING DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an enlarged image with less blurriness without generating large jaggy by using a simple calculation.

CONSTITUTION: A control part 105 controls an input memory 101 to successively output the luminance values of respective picture elements to store them in an input memory 101 as the luminance values of picture elements at positions where respective picture elements are positioned after enlargement, and next, the luminance values of four picture elements positioned at four corners of a square area and found the luminance level are read out of the output memory 104. Concerning the four read luminance values, the maximum and minimum values are eliminated from them by an intermediate value detecting part 102 and the average value of remaining two luminance values is calculated by an average calculating part 103 and outputted to the output memory 104. Then, the control part 105 controls the output memory 104 to store that value in an address for storing the luminance value of the picture element at the center of the square area and the operation above is repeated until the luminance values of all the picture elements are found.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-171633

(43)公開日 平成8年(1996)7月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 3/40

G 0 6 F 15/ 66

3 5 5 C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-315307

(22)出願日 平成6年(1994)12月19日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石 田 正 平

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 辰 己 敏 一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

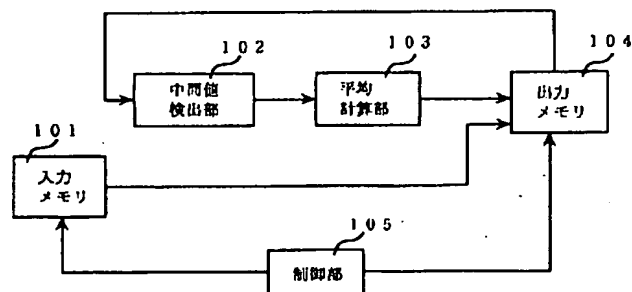
(74)代理人 弁理士 蔵合 正博

(54)【発明の名称】 画像拡大装置

(57)【要約】

【目的】 簡単な計算を用いて、画像のボケが少なく、大きなジャギーが生じない拡大画像を得ること。

【構成】 制御部105が、原画像を記憶している入力メモリ101に各画素の輝度値を順次出力させ、出力メモリ104に各画素が拡大後に位置する画素の輝度値として記憶させ、次いで、正方領域の4隅に位置し、輝度が求まっている4つの画素の輝度を出力メモリ104から読み出す。読み出された4つの輝度値は中間値検出部102で最大値と最小値とが除かれ、残りの2つの輝度の平均値が平均計算部103で求められて出力メモリ104に出力され、その値を制御部105が出力メモリ104に正方領域の中心の画素の輝度値を記憶するアドレスに記憶させる動作を全画素の輝度値が求まるまで繰り返す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 元になるデジタル画像を記憶しており、指定された第 1 の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリと、4 つの入力値から最大値と最小値とを除いた 2 つの値を出力する中間値検出部と、前記中間値検出部の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部と、前記入力メモリの出力値もしくは前記平均計算部の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第 2 の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を前記中間値検出部に出力する出力メモリと、前記入力メモリに記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第 1 の読み出しアドレスを順次指定し、同時に前記出力メモリに前記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次いで拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の 4 つの画素の輝度値を記憶している前記出力メモリのアドレスを第 2 の読み出しアドレスとして前記出力メモリに指定し、前記輝度値が未定である画素の輝度値を記憶する書込アドレスを前記出力メモリに指定することによって前記平均計算部の出力値を前記出力メモリに記憶するように制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返す制御部とを備えた画像拡大装置。

【請求項 2】 元になるデジタル画像を記憶しており、指定された第 1 の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリと、4 つの入力輝度値のそれぞれについて色相を求めて前記入力輝度値と合わせたデータを 4 つ出力する色相計算部と、前記色相計算部の出力データを入力とし、4 つの入力データの色相の平均色相に近い色相を持つ 2 つの入力データを選択し、選択した入力データの輝度値のみを出力する中間色相検出部と、前記中間色相検出部の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部と、前記入力メモリの出力値もしくは前記平均計算部の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第 2 の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を前記色相計算部に出力する出力メモリと、前記入力メモリに記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第 1 の読み出しアドレスを順次指定し、同時に前記出力メモリに前記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次いで拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の 4 つの画素の輝度値を記憶している前記出力メモリのアドレスを第 2 の読み出しアドレスとして前記出力メモリに指定し、前記輝度値が未定である画素の輝度値を記憶する書込アドレスを前記出力メモリに指定することによって前記平均計算部の出力値を前記出力メモリに記憶するように制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返す制御部とを備えた画像拡大装置。

【請求項 3】 元になるデジタル画像を記憶してお

り、指定された第 1 の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリと、4 つの入力輝度値から、もし最大値と最小値との差が予め定められた閾値より大きい場合は最大値と最小値とを除いた 2 つの入力輝度値を第 1 の出力値として出力し、もし最大値と最小値との差が前記閾値未満の場合は、4 つの入力輝度値を第 2 の出力値として出力する中間値検出部と、前記中間値検出部の第 2 の出力値を入力とし、4 つの入力輝度値のそれぞれについて色相を求めて前記入力輝度値と合わせたデータを 4 つ出力する色相計算部と、前記色相計算部の出力データを入力とし、4 つの入力データの色相の平均色相に近い色相を持つ 2 つの入力データを選択し、選択した入力データの輝度値のみを出力する中間色相検出部と、前記中間色相検出部の第 1 の出力値もしくは前記中間色相検出部の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部と、前記入力メモリの出力値もしくは前記平均計算部の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第 2 の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を前記中間値検出部に出力する出力メモリと、前記入力メモリに記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第 1 の読み出しアドレスを順次指定し、同時に前記出力メモリに前記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次いで拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の 4 つの画素の輝度値を記憶している前記出力メモリのアドレスを第 2 の読み出しアドレスとして前記出力メモリに指定し、前記輝度値が未定である画素の輝度値を記憶する書込アドレスを前記出力メモリに指定することによって前記平均計算部の出力値を前記出力メモリに記憶するように制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返す制御部とを備えた画像拡大装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、デジタル画像の画像拡大装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、画像の拡大では、線形補間を使う方法が比較的簡単な計算で実現でき、かつ零次ホールド法のような大きなジャギーが生じない画像が得られる方法として知られており、この方法を用いた装置は比較的簡単なものになる。しかし、画像がボケるという欠点があり、このボケを抑えた画像拡大装置として、例えば特開平 4-330858 号公報に示されている「デジタル画像の拡大・縮小の方法およびその装置」に記載の画像拡大装置がある。

【0003】 図 6 は上記従来の画像拡大装置の構成を示している。601 は高域強調型フィルタの設計部、602 は 3 次スプライン関数を求める部分、603 は補間フィルタを用いてのフィルタリングと畳み込み部、604 は拡大画像の生成部である。

【0004】次に、上記従来の画像拡大装置の動作を示す。まず、原画像に対して、高域強調フィルタの設計部601で、元の画像の色調が変化しないように直流利得が1になるように、デジタルフィルタの係数（インパルス応答）の規格化処理を行い、その結果得られたフィルタのインパルス応答に対して補間を行う3次スプライン関数を3次スプライン関数を求める部分602で求め、求められた3次スプライン関数を用いて、補間フィルタを用いてのフィルタリングと畳み込み部604で拡大用補間フィルタを設計し、拡大画像の生成部605で画像信号のフィルタリングを行い、実際の拡大画像を生成する。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような従来の画像拡大装置では、拡大によるボケは解消されるが、3次スプライン補間を使うために計算が複雑であり、装置が複雑になるという問題点を有していた。

【0006】本発明は、上記問題点を解決するために、簡単な計算を用いて、しかも画像のボケが少なく、かつ大きなジャギーが生じない拡大画像を得ることのできる画像拡大装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、4つの入力値から最大値と最小値とを除いた2つの値を出力する中間値検出部と、この中間値検出部の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部とを備えたことを特徴とする。

#### 【0008】

【作用】本発明は、上記した構成により、正方領域を形成する4つの画素の輝度値を入力とし、中間値検出部が最大値と最小値を除く2つの輝度値を出力し、平均計算部2つの輝度値の平均値を出力し、その出力値を正方領域の中心の画素の輝度値とすることによって、簡単な計算で、ボケが少なく、かつ大きなジャギーのない拡大画像を得ることができる。

#### 【0009】

##### 【実施例】

（実施例1）以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。初めに、本発明の第1の実施例における画像拡大装置について図1を参照して説明する。図1において、101は元になるデジタル画像（以下、原画像）を記憶しており、指定された第1の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリ、102は4つの入力値から最大値と最小値とを除いた2つの値を出力する中間値検出部、103は中間値検出部102の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部、104は入力メモリ101の出力値もしくは平均計算部103の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第2の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を中間値検出部102に出力する出力メモリである。

105は制御部であり、まず入力メモリ101に記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第1の読み出しアドレスを順次指定し、同時に出力メモリ104に、上記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次いで拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の4つの画素の輝度値を記憶している出力メモリ104のアドレスを、第2の読み出しアドレスとして出力メモリ104に指定し、上記輝度値が未定である画素の輝度値を記憶する書込アドレスを出力メモリ104に指定することによって、平均計算部103の出力値を出力メモリ104に記憶するよう制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すものである。

【0010】次に、上記実施例における動作を説明する。画像の拡大に先立って、入力メモリ101に原画像の各画素の輝度値を記憶させておく。まず、制御部105は、入力メモリ101に、原画像の各画素の輝度値を記憶しているアドレスを第1の読み出しアドレスとして順次指定すると同時に、出力メモリ104に、原画像が拡大された後に位置する画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして順次指定する。これにより、入力メモリ101に記憶されている原画像の各画素の輝度値が、拡大後に対応する画素の輝度値として出力メモリ104に記憶される。

【0011】次に、拡大画像の画素のうち、正方領域の4隅に位置して輝度値が既に求められている画素の輝度値を記憶する4つのアドレスを、第2の読み出しアドレスとして出力メモリ104に指定し、それにより読み出された4つの輝度値は、中間値検出部102により最大のもので最小のものが除かれ、残りの2つの輝度値が、平均計算部103に出力される。中間値検出部102から出力された2つの輝度値は、平均計算部103で平均値が計算されて、出力メモリ104に出力される。ここで制御部105は、上記正方領域の中心の画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして出力メモリ104に指定し、出力メモリ104は、そのアドレスに平均計算部103の出力する平均値を記憶する。制御部105は、以上の動作を拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すことによって、拡大画像が生成される。

【0012】図2は拡大画像の生成の様子を示した模式図である。原画像の各画素を拡大した位置に配置したのが図2(a)の画素g1, g2, g3, g4, g5, g6である。まず、画素g1, g2, g3, g4の輝度値からg7の輝度値を上記処理によって求め、画素g2, g5, g6, g3の輝度値を上記処理によって求めて、画素g8の輝度値を求める。次に、図2(b)に示すように、画素g2, g8, g3, g7の輝度値から画素g9の輝度値を上記処理によって求める。同様にして画素g10, g11, g12, g13, g14, g15の輝

度値を求める。以下、図 2 (c) に示すように、より小さい正方領域を形成する 4 つの画素の輝度値から正方領域の中心に位置する画素の輝度値を求め、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで同様の処理を繰り返す。

【0013】図 3 は本実施例によって得られる拡大画像の例であり、白と黒とからなる画像を 2 倍に拡大した例である。本手法では、画素 g 20, g 21, g 22, g 23 のみがグレーになり、エッジがボケにくい。もし線形補間を用いたならば、画素 g g の輝度値もグレーになりエッジがボケる。

【0014】以上のように、本実施例によれば、周囲 4 画素の輝度うち、輝度値が最大のものと最小のものを除いた 2 つの輝度の平均値を中心の画素の輝度とすることにより、簡単な計算で、ボケが少なく、大きなジャギーの生じない拡大画像を得ることができる。

【0015】なお、輝度値が色成分の値の組、たとえば (R, G, B) で表されている場合は、中間色相検出部 102 において最大値と最小値を求めるために比較する値は、色成分の値を加算、もしくは重み付け加算した値で比較する。

【0016】(実施例 2) 次に、本発明の第 2 の実施例における画像拡大装置について図 4 を参照して説明する。図 4 において、401 は元になるデジタル画像

(以下、原画像) を記憶しており、指定された第 1 の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリ、402 は 4 つの入力輝度値のそれぞれについて色相を求めて各入力輝度値と合わせたデータを 4 つ出力する色相計算部、403 は色相計算部 403 の出力データを入力とし、4 つの入力データの色相の平均色相に近い色相を持つ 2 つの入力データを選択し、選択した入力データの輝度値のみを出力する中間色相検出部、404 は中間色相検出部 403 の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部、405 は入力メモリ 401 の出力値もしくは平均計算部 404 の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第 2 の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を色相計算部 402 に出力する出力メモリ、406 は制御部であり、まず入力メモリ 401 に記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第 1 の読み出しアドレスを順次指定し、同時に出力メモリ 405 に、上記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次に拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の 4 つの画素の輝度値を記憶している出力メモリ 405 のアドレスを第 2 の読み出しアドレスとして出力メモリ 405 に指定し、上記値が未定である画素の値を記憶する書込アドレスを、出力メモリ 405 に指定することによって、平均計算部 404 の出力値を出力メモリ 405 に記憶するよう制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すものである。

【0017】次に、上記実施例の動作を説明する。画像

の拡大に先立って、入力メモリ 401 に原画像の各画素の輝度値を記憶させておく。まず、制御部 406 は、入力メモリ 401 に、原画像の各画素の輝度値を記憶しているアドレスを第 1 の読み出しアドレスとして順次指定すると同時に、出力メモリ 405 に、原画像が拡大された後に位置する画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして順次指定する。これにより、入力メモリ 401 に記憶されている原画像の各画素の輝度値が、拡大後に対応する画素の輝度値として出力メモリ 405 に記憶される。

【0018】次に、拡大画像の画素のうち、正方領域の 4 隅に位置して輝度値が既に求められている画素の輝度値を記憶する 4 つのアドレスを、第 2 の読み出しアドレスとして出力メモリ 405 に指定し、それにより読み出された 4 つの輝度値が色相計算部 402 に入力され、色相が求められて入力された輝度値と合わせた 4 つのデータが中間色相検出部 403 に出力される。ここで、例えば色相計算部 402 に色成分の値の組 (R, G, B) で一つの輝度値が入力された場合、色相計算部 402 の一つの出力データは、(色相, R, G, B) という形で出力される。

【0019】次に、中間色相検出部 403 が、色相計算部 402 の出力した 4 つのデータ (色相, R, G, B) のうち 4 つの色相の平均色相に近い色相を持つ 2 つのデータ (色相, R, G, B) を選択し、選択した 2 つのデータ (色相, R, G, B) の中から輝度値 (R, G, B) のみを平均計算部 404 に出力する。平均計算部 404 は、中間色相検出部 403 から出力された 2 つの輝度値の平均を計算して出力メモリ 405 に出力する。ここで制御部 406 は、上記正方領域の中心の画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして出力メモリ 405 に指定し、そのアドレスに出力メモリ 405 は、平均計算部 404 の出力する平均値を記憶する。制御部 406 は、以上の動作を拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すことによって、拡大画像が生成される。

【0020】以上のように、本実施例によれば、周囲 4 画素の輝度値うち、色相が平均値に近い 2 つの輝度値の平均値を中心の画素の輝度値とすることにより、簡単な計算で、ボケが少なく、大きなジャギーの生じない拡大画像を得ることができる。

【0021】(実施例 3) 次に、本発明の第 3 の実施例における画像拡大装置について図 5 を参照して説明する。図 5 において、501 は元になるデジタル画像を記憶しており、指定された第 1 の読み出しアドレスの輝度値を出力する入力メモリ、502 は 4 つの入力輝度値から、もし最大値と最小値との差が予め定められた閾値より大きい場合は最大値と最小値とを除いた 2 つの入力輝度値を第 1 の出力値として出力し、もし最大値と最小値との差が閾値未満の場合は、4 つの入力輝度値を第 2



の出力値として出力する中間値検出部、503は中間値検出部502の第2の出力値を入力とし、4つの入力輝度値のそれぞれについて色相を求めて入力輝度値と合わせたデータを4つ出力する色相計算部、504は色相計算部503の出力データを入力とし、4つの入力データの色相の平均色相に近い色相を持つ2つの入力データを選択し、選択した入力データの輝度値のみを出力する中間色相検出部、505は中間値検出部502の第1の出力値もしくは中間色相検出部504の出力値を入力値とし、入力値の平均値を出力する平均計算部、506は入力メモリ501の出力値もしくは平均計算部505の出力値を指定された書込アドレスに記憶し、また第2の読み出しアドレスを指定されると、指定されたアドレスの値を中間値検出部502に出力する出力メモリ、507は制御部であり、まず入力メモリ501に記憶している画像の各画素の輝度値を記憶している第1の読み出しアドレスを順次指定し、同時に出力メモリ506に、上記各画素が拡大後に位置する画素の輝度値を記憶する書込アドレスを順次指定し、次いで拡大画像の輝度値が未定である画素の近傍の4つの画素の輝度値を記憶している出力メモリ506のアドレスを、第2の読み出しアドレスとして出力メモリ506に指定し、上記輝度値が未定である画素の輝度値を記憶する書込アドレスを出力メモリ506に指定することによって、平均計算部505の出力値を出力メモリ506に記憶するよう制御する動作を、拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すものである。

【0022】次に、本実施例の動作を説明する。画像の拡大に先立って、入力メモリ501に原画像の各画素の輝度値を記憶させておく。まず、制御部507は、入力メモリ501に、原画像の各画素の輝度値を記憶しているアドレスを第1の読み出しアドレスとして順次指定すると同時に、出力メモリ506に、原画像が拡大された後に位置する画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして順次指定する。これにより、入力メモリ501に記憶されている原画像の各画素の輝度値が、拡大後に対応する画素の輝度値として出力メモリ506に記憶される。

【0023】次に、拡大画像の画素のうち、正方領域の4隅に位置して輝度値が既に求められている画素の輝度値を記憶する4つのアドレスを第2の読み出しアドレスとして出力メモリ506に指定し、それにより読み出された4つの輝度値は中間値検出部502に入力され、中間値検出部502で、もし最大値と最小値との差が予め定められた閾値より大きい場合は、最大値と最小値が除かれ、残りの2つの輝度値が平均計算部505に出力され、もし最大値と最小値との差が上記閾値未満の場合は、入力された4つの輝度値が色相計算部503に出力される。またもし、中間値検出部502が4つの輝度値を色相計算部503に出力した場合は、色相計算部50

3で、入力された4つの輝度値の色相が求められて入力された輝度値と合わせた4つのデータが中間色相検出部504に出力される。

【0024】次に中間色相検出部504が、色相計算部503の出力した4つのデータのうち、4つの色相の平均色相に近い色相を持つ2つのデータを選択し、選択した2つのデータの中から輝度値のみを平均計算部505に出力する。

【0025】次に、中間値検出部502もしくは中間色相検出部504から出力された2つの輝度値は、平均計算部505で平均値が計算されて、出力メモリ506に出力される。ここで制御部507は、上記正方領域の中心の画素の輝度値を記憶するアドレスを書込アドレスとして出力メモリ506に指定し、そのアドレスに出力メモリ506は、平均計算部505の出力する平均値を記憶する。制御部507は、以上の動作を拡大後の画像の全画素の輝度値が求まるまで繰り返すことによって、拡大画像が生成される。

【0026】以上のように、本実施例によれば、簡単な計算で、輝度値に変化の少ない部分においても、色相によって適切な2つの画素の輝度値を用いて間の画素の輝度を補間することにより、ボケが少なく、かつ大きなジャギーの生じない拡大画像を得ることができる。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、補間に用いる4つの画素の輝度値のうち、適切な2つの画素の輝度値を簡単な処理で選択し、平均値を計算することにより、簡単な計算で、画像のボケが少なく、かつ大きなジャギーを生じることのない拡大画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における画像拡大装置の構成を示すブロック図

【図2】同装置による拡大画像の生成の様子を示す模式図

【図3】同装置によって得られる拡大画像の例を示す模式図

【図4】本発明の第2の実施例における画像拡大装置の構成を示すブロック図

【図5】第3の実施例の実施例における画像拡大装置の構成を示すブロック図

【図6】従来の画像拡大装置を示すブロック図

【符号の説明】

101 入力メモリ

102 中間値検出部

103 平均計算部

104 出力メモリ

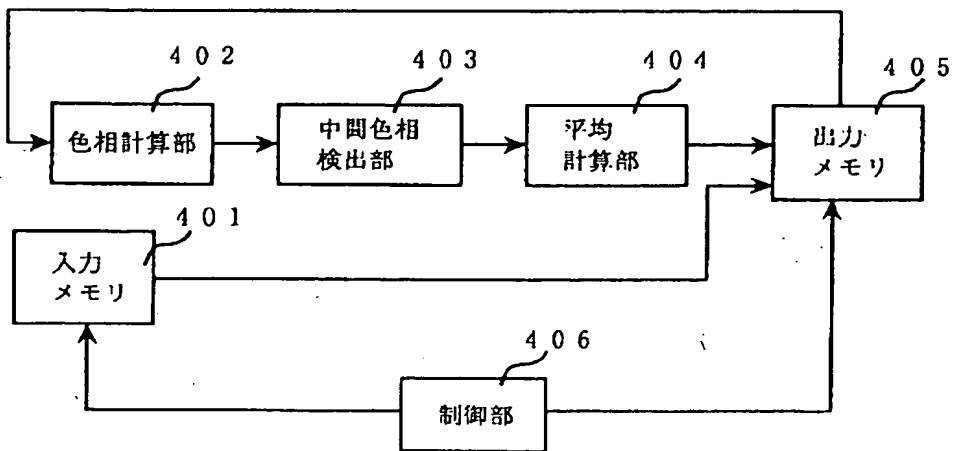
105 制御部

401 入力メモリ

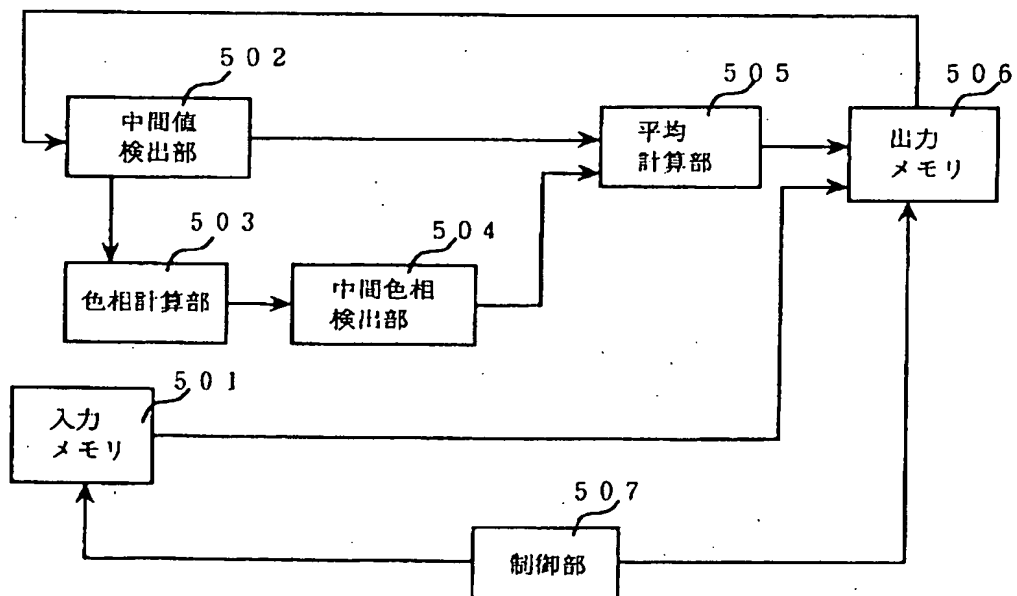
402 色相計算部



【図4】



【図5】



【図 6】

